№ 5 Warszawa, 25 maja 1939 r. Rok XVII

TECHNIKA CIEPLNA

CZASOPISMO ZWIĄZKU STOWARZYSZEŃ DOZORU KOTŁÓW W POLSCE

REDAKTOR: Inż. techn. JAN KOMARNICKI.
Wydawca: Związek Stowarzyszeń Dozoru Kotłów w Polsce.
REDAKCJA I ADMINISTRACJA: WARSZAWA, PIUSA XI, 32, m. 6. TEL. 8-81-47.
GODZINY BIUROWE ADMINISTRACJI — CODZIENNIE, OD 10 DO 15.

S. KRUSZEWSKI, inż.

GOSPODARKA WĘGLOWA W NIEMCZECH.

ZASOBY WĘGLA.

Temat olbrzymi, nie do wyczerpania w broszurze, jednak spróbować można ująć go w treściwym zarysie.

Przejrzyć go wypadnie na terenach państwa niemieckiego uszczuplonych przez wojnę z 540 000 do 470 700 km^2 z ludnością obecną 67 milionów.

Węgiel, jako surowiec energetyczny i chemiczny, stanowi podstawowy czynnik niemieckiego życia gospodarczego.

Znamienne jest w Niemczech oparcie gospodarki węglowej nie tylko na węglu kamiennym, lecz i brunatnym.

Zasoby węgla kamiennego wraz z zagłębiami Ruhry i Saary wynoszą stwierdzone do 1 200 *m* głębokości 62 miliardy tonn, do 2 000 *m* — 80 miliardów tonn, zaś stwierdzone i prawdopodobne do 2 000 *m* — 279 miliardów tonn.

Zasoby węgla brunatnego prawdopodobne i stwierdzone wynoszą 57 miliardów tonn, które zastąpić mogą kalorycznie 13 miliardów tonn kamiennego.

Zasoby węgla kamiennego leżą więcej w pobliżu granic państwa (jak widać na załączonej mapie na rysunku 1 zasobów węgla kamiennego, brunatnego i torfu); natomiast złoża węgla brunatnego rozłożone są pomyślniej — równomiernie od zachodu do wschodu przez Niemcy Środkowe.

WĘGIEL KAMIENNY.

Stan posiadania, produkcja, zbyt, organizacja.

Cenniejszym węglem jest oczywiście kamienny.

Co do gatunków kamienny węgiel niemiecki obejmuje:

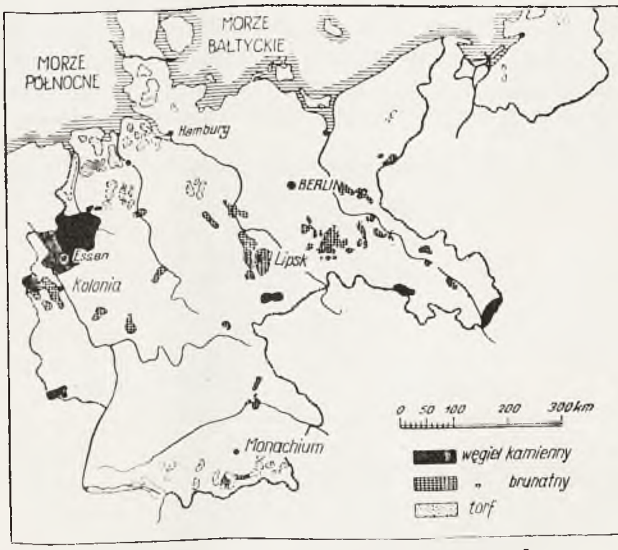
1. w 42% płomienne, gazowo - płomienne i gazowe (28 - 30% części lotnych); są to węgle najmłodsze,

2. w 35% tłuste, — dostarczające dobrego koksu (19 - 27% części lotnych),

3. w 23% chude (Ess - und Mager Kohle, 12 - 18% części lotnych).

Dokładniejszy obraz geograficzny zasobów węgla kamiennego w Niemczech podaje mapa na rys. 2.

Najzasobniejsze w węgiel jest zagłębie Rurskie (74% zasobów niemieckich); zawiera ono prawie w równych ilościach 3 gatunki węgla — płomienny, tłusty i chudy, grubość pokładów nieznaczna — 0,5 — 2,5 *m*, średnia głębokość szybów — 570 *m*.



Rys. 1. Rozmieszczenie złóż paliwa stałego w Niemczech.

Zagłębie Akwizgrańskie zawiera 4% zasobów niemieckich, z grubością pokładów zaledwie 0,74 — 1,41 *m* i średnią głębokością szybów — 460 *m;* posiada ono węgle chude i tłuste prawie pół na pół.

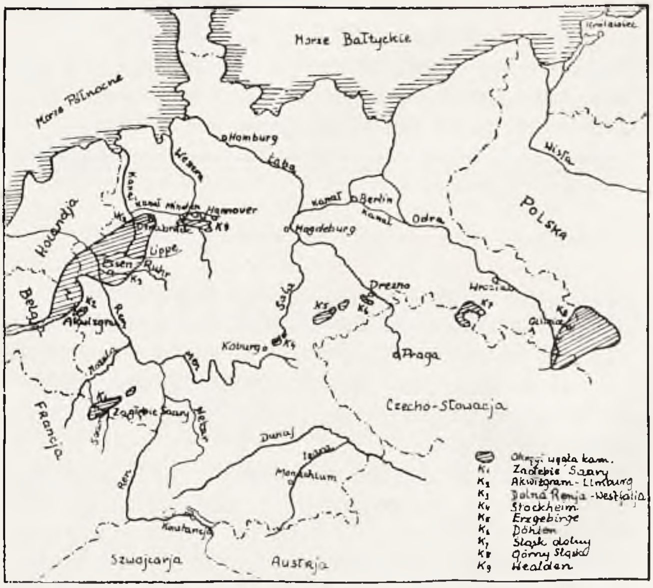
Zagłębie Saary zawiera do 3% wszystkich zasobów w pokładach grubości śr. 2,7 *m* węgla prawie w połowie płomiennego i tłustego i zaledwie w 6% chudego.

Górny Śląsk posiada 18% zasobów niemieckich w pokładach 1,26 do 8,36 *m* (a więc najtęższych) węgla gazowego i gazowo płomiennego; średnia głębokość szybów wynosi 345 *m*.

Zagłębia Dolno-Śląskie i Saskie zawierają razem 1% zasobów niemieckich.

Saksonia Dolna i Górna zawiera 225 *mio* węgla gazowego i gazowo-płomiennego przy głębokości szybu średnio 300 *m* (Dolna) i 570 *m* (Górna).

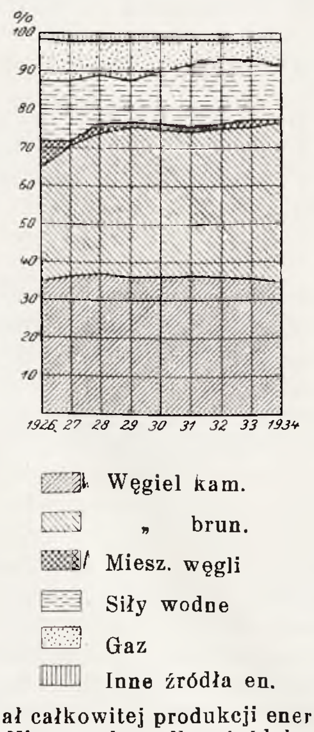
Średnia głębokość szybów węgla kamien-



Rys. 2. Mapa terenów węgla kamiennego w Niemczech.

nego w Niemczech wynosi 520 *m*, a więc jest znaczna, co utrudnia i podraża wydobycie.

Jako towar masowy węgiel przewożony jest przeważnie koleją lub drogami wodnymi.

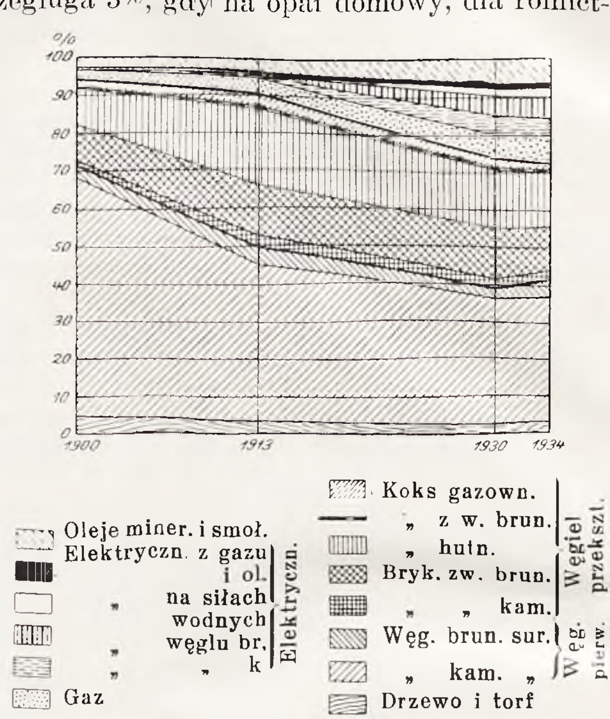


Rys. 3. Podział całkowitej produkcji energii elektrycznej w Niemczech według źródeł energii.

W r. 1935 z wysłanych z kopalń 125 milionów tonn, koleje przewiozły ¾, zaś wewnętrzne drogi wodne — ¼. Zagłębie Rury korzysta z rzeki Renu oraz kanałów Ren - Herne i Dortmund - Ems spławnych dla barek 1000 *t* nośności; zagłębie Akwizgrańskie korzysta z Renu nieznacznie; Górny Śląsk wysłał koleją 11, 4 milionów *t*, zaś wodą — Odrą zaledwie 1,7 *mio t* z powodu znacznej od niej odległości.

W przewozie kolejowym węgiel uzyskał specjalną ulgową taryfę strefową wewnątrz kraju, zaś eksport t. zw. „wybrzeżną", to też przewóz z zagłębia Ruhry do portu Brema lub Emden kosztuje zaledwie 3 *M/t*. Również z ulgowej taryfy korzysta przewóz węgla do kopalń ubogich rud metalowych (arsenu, ołowiu, miedzi, cynku). Fracht wodny z zagłębia Ruhry do Rotterdamu kosztuje tylko 3,03 *M*, zaś do Antwerpii 3,39 *M*.

Głównym spożywcą węgla kamiennego i koksu (w relacji) w kraju (89 *mio* w r. 1934) jest przemysł (57% zbytu), kolej zużywa 14%, żegluga 3%, gdy na opał domowy, dla rolnict-



Rys. 4. Kierunek rozwojowy zaopatrzenia Niemiec w energię.

wa i handlu składowego (Platzhandel) idzie tylko 26% zbytu krajowego.

Z przemysłów na węglu kamiennym opiera się głównie ściśle z nim związany metalowy; mineralny zużywa 5%, chemiczny 4%, włókienniczy — 3% wydobycia; produkcja energii elektrycznej opiera się głównie na węglu kamiennym, brunatnym, i mieszanym, jak widać z wykresu na rys. 3 produkcji energii elektrycznej.

Z kierunku zaś rozwojowego zaopatrzenia Niemiec w energię, odtworzonego graficznie na rys. 4, wnioskować można, jak znaczną rolę odgrywa tu węgiel kamienny i jego przetwory obok brunatnego. Podkreślić należy spadek stosowania węgla w stanie surowym (w 1900 r. 67%, gdy w 1930 r. już 37%) obok wzrostu spożycia w postaci pół przerobu (koks, brykiety).

Coraz baczniejsza uwaga zwracana jest na wytwarzanie ubocznych produktów wę-

głowych, jak smoła, benzol, siarczan amonu, gaz świetlny i koksowiany, zwłaszcza ten ostatni. Utworzona Spółka „Ruhrgas A. G.“ zwiększyła w ciągu 8 lat ilość rozprowadzanego gazu z 400 *mio* m^3 do 2,052 *mio* m^3 rocznie.

Zwrócić warto uwagę na wydobycie węgla kamiennego surowego, produkcję koksu i węgla prasowanego za 10 lat w *mio* t.

	Węgiel	Koks	Brykiety
1926	145	27	5,9
1927	154	33	5,5
1928	151	35	5,4
1929	163	39	6,1
1930	143	33	5,2
1931	119	23	5,2
1932	105	20	4,7
1933	110	21	4,8
1934	125	24	5,2
1935	143	30	5,5

Zaznaczyć warto warunki własnościowe terenów węglowych. Produkcja węgla znajduje się przeważnie w rękach kapitału prywatnego; udział państwa wynosił w 1934 r. średnio 17,4% całej produkcji, różny jednak w poszczególnych okręgach, a więc w zagłębiu Ruhry 8,5%, Górno - Śląskim 19%, Dolnosaskim 80%, Saary 100%, w pozostałych natomiast cała produkcja znajduje się w rękach prywatnych. Z pośród producentów prywatnych największy procentowy udział w wydobyciu bierze w 1935 r. przemysł żelazny (55% całego wydobycia) będąc w posiadaniu 29% pól górniczych, gdy czyste kopalnie biorą udział tylko w 31% na terenach własnych, wynoszących 45% pól górniczych.

Coraz bardziej opanowującą formą własności staje się spółka akcyjna (76% wydobycia w okręgu Ruhry, 67% w okręgu Akwizgrańskim, 47% w Dolnej Saksonii, 41% w okręgu G. Śląskim), następnie spółka z ograniczoną odpowiedzialnością (G. Śląsk 36%, Dolna Saksonia 45%, po tym gwarectwa (Gewerkschaften) najwięcej w Saksonii (62%) na G. Śląsku (25%) w zagłębiu Rurskim (23%). Zaznacza się tendencja wyraźna ku coraz większemu zlewaniu się kapitałów.

Wymienione powyżej warunki własnościowe na terenach węglowych, bogactwo złóż, jakość węgla kamiennego, warunki komunikacyjne poszczególnych zagłębi wywarły ki węglowej w poszczególnych okręgach węswój wpływ na rozwój organizacji gospodargla kamiennego oraz łącznie w całym państwie.

Już samo bogactwo złóż węgla kamiennego spowodować musiało w ustroju liberalnym walkę konkurencyjną wśród producentów węgla na rynku węglowym krajowym i zagranicznym. W końcu XIX w. nieuregulowane ilościowo wydobycie węgla kamiennego powoduje olbrzymią konkurencję, znajdującą wyraz w poważnych wahaniach cen węgla nawet w tym samym okręgu (15 *mk/t* w 1873 r. — 4,5 *mk/t* w r. 1879). Jej zgubne dla producentów skutki doprowadziły do utworzenia pierwszego syndykatu węglowego przede wszystkim naturalnie w największym okręgu — Westfalsko - Reńskim. Następnie powstawały syndykaty i w innych zagłębiach węglowych. Wojna zmusiła rząd do wglądu w gospodarkę węgla kamiennego; uwzględnione być musiały przede wszystkim potrzeby wojenne; dużą ilość górników wchłonęła armia; produkcja spadła ze 190 milionów *t* w r. 1913 do 158 milionów *t* w r. 1928. Wkrótce po wojnie zaostrzyła się walka konkurencyjna między poszczególnymi okręgami węglowymi, wymienionymi powyżej, zwłaszcza, że wzrastała konkurencja w zbycie węgla na rynku światowym, a nawet wzmagał się importowy nacisk węgla zagranicznego do państwa niemieckiego. Najgroźniejszym konkurentem staje się w ę g i e l a n g i e l s k i, który przed wojną obejmował 90% importu do Niemiec. Spadek funta szterlinga ułatwił temu węglowi przedostawanie się do Niemiec zwłaszcza do najbliższego Anglii okręgu Nadreńskiego.

Rząd zmniejszył miesięczny kontyngent importowanego węgla angielskiego z 760 000 *t* przed wojną do 100 000 *t*. Porozumienie angielsko - niemieckie z dnia 8 maja 1933 r. ustaliło kontyngent importowy węgla angielskiego na 180 000 *t;* wciska się on głównie przez porty w Hamburgu, Bremie, Szczecinie, a dogodną drogą wodną śródlądową sięga nawet do Berlina oraz Renem aż do Niemiec Południowych.

Angielski węgiel bije niemiecki nadreński bliskością swych kopalń od morza, nadzwyczaj tanią taryfą morską, swą wyższą jakością (zwłaszcza bunkrowy) a w ogóle mniejszymi kosztami własnymi produkcji.

H o l a n d i a, importująca węgiel niemiecki przed wojną, obecnie eksportuje węgiel ze swych kopalń rozbudowanych podczas i po wojnie; przy tym dzięki rozbudowie sieci kanałów i taniemu wodnemu przewozowi węgiel holenderski trafia przez Ren nawet do Niemiec Południowych zwiększając import z 215 000 *t* w r. 1925 do 1 200 000 *t* w r. 1933. Na zasadzie porozumienia z dnia 15 grudnia 1933 r. miesięczny kontyngent importowy węgla holenderskiego do Niemiec ustalony został na 100 000 *t*.

Z P o l s k i e g o Górnego Śląska do r. 1925 na zasadzie traktatu wersalskiego roczny import bezcłowy dochodził do 7 milionów *t*. W r. 1925 import prawie ustał, w r. 1926 wynosił 26 000 *t*, w r. 1933 nic, w r. 1934 — 48 000 *t*, w 1935 r. — 6 000 *t*.

Z C z e c h o s ł o w a c j i przedostaje się węgiel brunatny w stanie surowym Elbą na pograniczne tereny niemieckie; dzięki swej wyższej kaloryczności od niemieckiego brunatnego, mniejszej wilgotności, łatwiejszej zapalności, twardości, spoistości sięga on aż

do Niemiec Północnych. Rząd niemiecki zahamował ten import, wyznaczając relację wymienną 1 *t* niemieckiego węgla kamiennego na 1,6 *t* czeskiego brunatnego.

Pomimo tej interwencji protekcyjnej rządu za ciasny był rynek zbytu, wywołując ostrą walkę konkurencyjną pomiędzy poszczególnymi niemieckimi zagłębiami węgla kamiennego.

Najostrzejsza może walka rozgorzała między syndykatem Reńsko - Westfalskim (RWKS) a Akwizgrańskim.

Zagłębie Akwizgrańskie bije jakością swego węgla (chude i tłuste z małą zawartością siarki i popiołu) natomiast posiada cieńsze pokłady, obfitość wód, niepomyślne nadkłady, uskoki; węgiel akwizgrański daje pierwszorzędny koks, cenny dla przemysłu; węgle atracytowe idą na opał domowy, potrzebny bez względu na kryzys. Produkcja w okręgu Akwizgrańskim podczas kryzysu wzrastała, gdy Ruhrskiego malała, pomimo, że kopalnie rurskie leżą w pasie nadreńskim szerokości 5 — 10 *km*, mają zatem lepsze drogi transportu wodnego, natomiast Akwizgrań zależy od przewozu kolejowego.

Zacięta na tym tle walka konkurencyjna obu okręgów została zahamowana przez Ministra Gospodarki Rzeszy, który w r. 1934 zmusił Syndykat Akwizgrański do wejścia w skład syndykatu Reńsko - Westfalskiego.

Termin połączenia był przesuwany, by ułatwić dotychczasowym konkurentom wzajemne uzgodnienie w spornych sprawach, a więc handlu, przydziału kwot, uregulowania sortymentów. Umowa, obejmująca wszystkich producentów zaczęła obowiązywać 1 kwietnia 1934 r. na okres do 31 marca 1942 r. Działalność handlową objął R. W. K. S.; kopalnie akwizgrańskie otrzymały określony przydział zbytu i zużycia własnego w kopalniach i we własnych zakładach przemysłowych. Przydziały określone są w zależności od stopnia zatrudnienia członków R. W. K. S-u. Nie zalicza się tu zbyt kołowy (Landsabsatz). W eksporcie do wyznaczonych państw obowiązują ceny, ustalone przez Związek Reichskohlenverband; handel eksportowy prowadzą ustalone firmy handlowe. O jakości węgla decyduje Komisja Kwalifikacyjna (Qualitätsausschuss). Węgiel sprzedawany jest nie pod marką kopalni, lecz zmieszany z innymi gatunkami; przeznaczenie określa RWKS. Zasadniczo handel został odłączony od produkcji tak, że handlujący nie mogą być właścicielami kopalń. Przekroczenia są karane aż do utraty przydziału. Spory rostrzyga rozjemca wyznaczony przez Ministra Gospodarki Rzeszy.

Zatrzymaliśmy się trochę dłużej nad powyższym przebiegiem organizacyjnym, gdyż posłużył on za wzór przy rozszerzaniu przymusowego zrzeszenia się producentów węgla w Niemczech.

Walka o zbyt na rynku wewnętrznym zaznaczyła się również między okręgiem Rurskim a Górno - Śląskim, zaś szczególnie ostro o Berlin: udział węgla rurskiego w zaopatrzeniu Berlina wzrasta z 29% w r. 1929 do 46% w r. 1933, gdy Górno - Śląskiego maleje z 54% do 39% pomimo tańszej robocizny na G. Śląsku (5,54 *RM* w stosunku do 7,1 *RM* za dniówkę), a stąd i mniejszych cen np. za 1 *t* węgla kawałkowego *RM* 15,25 w stosunku do *RM* 18,54; pobija droższy przewóz węgla górnośląskiego wobec większej odległości i braku dobrych dróg wodnych (na rzece Odrze w porównaniu z Renem, zwłaszcza, że na Odrze żegluga trwa ok. 110 dni w roku).

Kapitał prawie wyłącznie akcyjny w zagłębiu Rurskim jest mocniejszy od G. Śląskiego (w rękach jednostek prywatnych i publiczno - prawnych). Na Górnym Śląsku nie ma właściwie syndykatu, gdyż kartel tamtejszy nie reguluje wydobycia i zbytu, lecz tylko produkcję. Co prawda organizacja zbytu przez wielkich kupców na G. Śląsku jest elastyczniejsza w przystosowaniu do zmian rynkowych, niż olbrzymia machina zbytu, przejmująca całą produkcję kopalń rurskich i akwizgrańskich i ponosząca ryzyko rynkowe. Lecz organizacja rurska wyklucza konkurencję wewnętrzną syndykatu. Walka jeszcze trwa.

WĘGIEL BRUNATNY.

Stan posiadania, organizacja sprzedaży.

Po za konkurencją między producentami węgla kamiennego coraz mocniej podczas wojny a zwłaszcza po wojnie występować zaczął konkurent węgla kamiennego — węgiel brunatny.

Jak wspomniano na wstępie, Niemcy posiadają duże zasoby węgla brunatnego (57 miliardów tonn). Kaloryczna jego wartość jest niska (1.800 — 2.400 *kCal)*, zawiera on dużo wilgoci (50 — 60%), jest ziemisty, pulchny, barwy ciemno - brunatnej do czerwonej.

Złoża węgla brunatnego w przeciwieństwie do kamiennego rozpościerają się szerokim pasem przez Niemcy Środkowe jak widać z mapy na rys. 1.

Leży tu 10 zagłębi, z których najbogatsze są: Dolno - Reńskie (17,8 miliardów *t)*, Turyńsko - Saskie (9,6 *mld t)*, Łużyckie (16,4 *mld t)*; uboższe są Ren - Men, Górny Pfalz, Brunświg - Magdeburg, Śląskie i Dolno - Śląskie, Westerwald, Wschodnio - Niemieckie (8,4 *mld t)*. Pokłady leżą nie głęboko, poziomo, grubości 8 — 16 *m* i więcej. Mogą być przeto eksploatowane przeważnie odkrywkowo wobec cienkiego nadkładu, co czyni wydobycie bezkonkurencyjnie tanim. Taniość węgla brunatnego loco kopalnia czyni rentownym umieszczenie przy jego kopalniach zakładów przemysłowych o dużym zapotrzebowaniu ciepła np. zakłady azotowe, siłownie oraz fabryki, , opierające się na brunatnym węglu, jako surowcu chemicznym, jak

destylacja przy niskich temperaturach i uwodornianie. Wreszcie dużą zaletę węgla brunatnego stanowi możność brykietowania go bez lepiszcza, co go uszlachetnia i daje postać przewoźną na dalsze mety.

W postaci brykietów węgiel brunatny konkurować już może z węglem kamiennym na odległość.

Producenci węgla brunatnego dość wcześnie zrzeszać się zaczęli w syndykaty, które prędko porozumiewały się co do cen i terenów zbytu.

Już w r. 1917 syndykaty Środkowo - Niemiecki i Wschodnio - Elbski utworzyły na razie między terenami swego działania pas „buforowy", na którym oba mogły zbywać swój towar po tej samej cenie. Wkroczył tu rządowy komisarz węglowy, który w porozumieniu z Dyrekcją Kolei co do taryfy przewozowej wytyczył wolny teren (Freigebiet), na którym mogły konkurować syndykaty. Ów wolny teren został następnie drogą porozumienia zastąpiony przez strefę brykietową (Brikettzone), wreszcie przez ściśle wytyczoną linię graniczną, poza którą do cudzego rejonu dostarczane być mogły brykiety tylko na zasadzie porozumienia, np. do przystosowanych do ich formy kotłowni. Wyjątek stanowią zakłady generatorowe, z których produkujące smołę, bez względu na siedzibę, zaopatrywane są przez syndykat Środkowo - Niemiecki, zaś na gaz ssany — przez Wschodnio - Elbski; lecz obowiązują tu jednakowe ceny w obu okręgach zbytu. Brykiety mają wytłoczone na sobie marki pochodzenia, np. reński pod nazwą „Union - Marke" (już od 1904 r.). Syndykat Reński zawarł umowę ze Środkowo - Niemieckim o linię parytetowego frachtu. Jednak w czasie kryzysu umowa ta nie zapobiegała konkurencji, wobec czego w r. 1933 zawarto umowę o ścisłej linii granicznej. W tym roku produkcja została podzielona między trzy syndykaty: Reński — 32 proc., Środkowo - Niemiecki 41 proc. i Wschodnio - Elbski — 27 proc. zapotrzebowania; kontrolę prowadzi „Deutsche Treuhand Ges." w Berlinie.

(D. c. n.)

Inż. K. ŁUCZKO

NOWSZE TENDENCJE W BUDOWIE KOTŁÓW PAROWYCH.

Dążenie do racjonalnej gospodarki cieplnej w kotłowniach przyczyniło się w głównej mierze do budowy i rozwoju większych jednostek kotłowych na duże wydajności oraz wysokie ciśnienia i temperatury.

Z główniejszych cech charakterystycznych kotłów nowszej konstrukcji należałoby wymienić możność szybkiego dostosowania wydajności kotła do wahań w zapotrzebowaniu pary oraz wydatne skrócenie czasu potrzebnego do uruchomienia kotła.

Budowa kotłów na wysokie ciśnienie musiała ograniczyć się do kotłów typu wodnorurkowego, gdyż konstrukcja kotłów walczakowych, płomienicowych oraz płomienicowo płomieniówkowych utrudnia, a nawet wręcz uniemożliwia budowę tego rodzaju kotłów.

Kotły na niskie lub średnie ciśnienie odgrywają jednak dotychczas znaczną rolę w różnego rodzaju przemysłach. W Niemczech, a więc w jednym z krajów przodujących w budowie kotłów wysokoprężnych, w roku 1936 ilość kotłów stałych o ciśnieniu do 10 *atn* wynosiła 58,7% ogólnej ilości kotłów, przeznaczonych na ciśnienia od 10 do 20 *atn* — 40% i zaledwie 1,3% pracowało przy ciśnieniach wyższych od 20 *atn*.

Jeśli weźmiemy pod uwagę powierzchnię ogrzewalną, to na kotły do 10 *atn* przypadało 31,8% powierzchni ogrzewalnej wszystkich kotłów, na kotły pracujące przy 10 do 20 *atn* — 61,1% oraz na kotły powyżej 20 *atn* — 7,1%.

Osiągnięcie wysokiego współczynnika sprawności kotłów nowoczesnych umożliwione zostało przez zastosowanie przy ich budowie licznych zmian konstrukcyjnych. Komory paleniskowe budowane są znacznie większe, a to ze względu na lepsze spalanie oraz możność powiększenia obciążenia. Z palenisk na pył węglowy szersze zastosowanie znalazło palenisko Wood'a o palnikach umieszczonych w narożnikach komory paleniskowej oraz palenisko zaopatrzone w młyn Krämer'a. W paleniskach na ruszta mechaniczne rozpowszechniły się ruszta o podwiewie strefowym.

W ostatnich latach zaznaczyła się tendencja do zmniejszenia ilości walczaków przy kotłach stromorurkowych, w celu zmniejszenia kosztów zużytego materiału oraz zwiększenia bezpieczeństwa. Walczaki często umieszcza się poza obmurowaniem kotła.

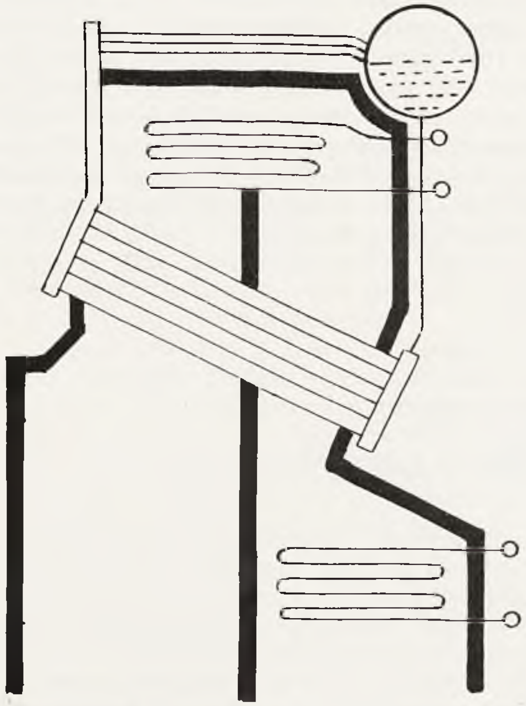
Aby uniknąć naprężeń cieplnych w kotłach, pracujących przy wysokich temperaturach i obciążeniach, zwrócono baczną uwagę na stosowanie konstrukcyj możliwie elastycznych. W tym celu w kotłach sekcyjnych walczak górny połączony bywa z sekcjami za pomocą wygiętych rur (rys. 1).

Również przy kotłach stromorurkowych odpowiednio wygięte rury mają kompensować ewentualne wydłużenia cieplne. (rys. 2).

Duży krok naprzód w konstrukcji kotłów sekcyjnych uczyniono przez umieszczenie walczaka w płaszczyźnie poprzecznej do opłomek. Osiąga się przez to równomierniejszy

dopływ mieszaniny pary z wodą wzdłuż całego walczaka, umożliwia budowę szerokich kotłów (co jest ważne przede wszystkim dla większych jednostek kotłowych) oraz ułatwia wykonanie elastycznej konstrukcji kotła.

Celem łatwiejszego i sprawniejszego oddzielenia pary od wody oraz otrzymania przez to, nawet przy dużych obciążeniach, suchej pary — wyloty rur doprowadzających mieszaninę pary z wodą do walczaka umieszcza się przeważnie powyżej poziomu wody. W nowszych konstrukcjach rezygnuje się przeważnie z ogrzewania spalinami rur opadowych. Przekroje czworokątne ustępują miejsca przy kotłach na wysokie ciśnienie przekrojom okrągłym (komory zbiorcze).



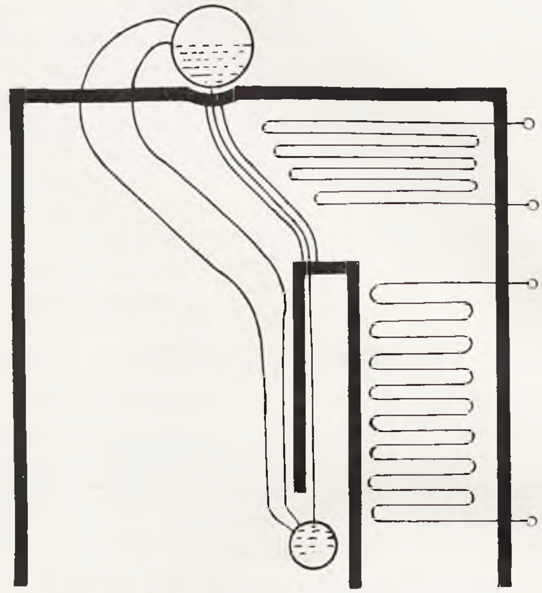
Rys 1

Kotły o jednym ciągu (rys. 2) coraz częściej znajdują obecnie zastosowanie dzięki swym zaletom jak stosunkowo mała powierzchnia zajmowana oraz większa prostota wykonania. Poza tym w kotłach tego rodzaju gazy spalinowe nie zmieniają kilkakrotnie swego kierunku, wobec czego wydatnie zmniejszają się straty na ciągu. Z drugiej zaś strony, przeniesienie ciepła gazów na kocioł przy zmianach kierunku gazów podczas przelotu z jednego kanału do drugiego polepsza się na skutek przemieszania gazów stosunkowo mało.

Myśl zastosowania powierzchni grzejnej opromieniowanej powstała dzięki spostrzeżeniom o wysokiej wartości grzejnej rur chłodzących paleniska na pył węglowy. W krótkim stosunkowo czasie powstał kocioł opromieniowany (rys. 3), początkowo w połączeniu z paleniskami na pył węglowy, a cokolwiek później o paleniskach z rusztami mechanicznymi.

W ostatnich latach budowane są przegrzewacze pary opromieniowane[1]), odbierające ciepło przez promieniowanie paleniska. Zaletą tych przegrzewaczy jest możność osiągnięcia wysokich temperatur pary przy stosunkowo małej powierzchni ogrzewalnej. Ze względu na zachodzące przy wysokich temperaturach zjawisko pełzania materiału — rury przegrzewaczy tego rodzaju wykonywane są ze stali specjalnej o wysokiej wytrzymałości trwałej. Za największe dopuszczalne zwiększenie się średnicy rur na skutek pełzania materiału, uważa się powiększenie średnicy o 20%.

Przy rosnącym obciążeniu kotła temperatura pary przegrzanej w przegrzewaczu opromieniowanym spada, podczas gdy przegrzewacz konwekcyjny dostarcza w tych warunkach parę o coraz to wyższej temperaturze.



Rys. 2. Schemat kotła stromorurkowego o jednym ciągu.

W celu otrzymania możliwie jednostajnej temperatury pary przy zmiennym obciążeniu stosowane są połączenia przegrzewacza opromieniowanego z przegrzewaczem zwykłym, lub też umieszcza się przegrzewacz w pierwszym ciągu w ten sposób, by odbierał ciepło zarówno przez promieniowanie jak i dotyk gazów spalinowych. W celu wyzyskania ciepła gazów odlotowych szeroko są stosowane podgrzewacze wody i powietrza.

Przy kotłach na wysokie ciśnienia stosunek powierzchni ogrzewalnej kotła do powierzchni ogrzewalnej podgrzewacza wody zmienia się na korzyść ostatniego, gdyż wraz z większymi ciśnieniami zmniejsza się ilość ciepła potrzebna do odparowania jednostki wody, podczas gdy ilość ciepła wody wzrasta.

Na skutek tego powierzchnia ogrzewalna kotła wysokoprężnego może być stosunkowo mniejsza, podczas gdy powierzchnia ogrze-

[1]) Por. Technika Cieplna, 1939, str. 33 — 40: R. Orel, inż. Charakterystyka przegrzewaczy opromieniowanych. (*Przyp. Red.*).

walna podgrzewacza wody powinna być odpowiednio zwiększona.

Przy ciśnieniach ponad 60 atn stosowane są podgrzewacze ze stali zlewnej.

Często stosowane są podgrzewacze dwustopniowe (rys. 3). Pierwszy stopień podgrzewacza służy do podgrzewania wody, podczas gdy w drugim stopniu następuje już tworzenie się pary. W tym wypadku drugi stopień jest wykonywany ze stali zlewnej oraz powinien być oddzielony od pierwszego zaworem zwrotnym i odcinającym.

Podgrzewanie powietrza stosuje się aż do temperatury ok. 400° *C* przy paleniskach na pył węglowy oraz do ok. 150° przy paleniskach rusztowych.

Z kotłów o przymusowym obiegu wody coraz szersze zastosowanie znajduje kocioł systemu La Mont. W Niemczech ilość koltów La Mont wynosiła w roku 1934 tylko 9 sztuk, podczas gdy do roku 1937 ilość tych kotłów osiągnęła pokaźną liczbę 200 sztuk.

Jako zaletę tego rodzaju kotłów w porównaniu do kotłów o naturalnym obiegu wody należy przede wszystkim wymienić możność dobrego wyzyskania powierzchni zajmowanej przez kocioł, gdyż przy projektowaniu kotła o przymusowym obiegu wody — konstruktor nie potrzebuje dostosowywać konstrukcji kotła do warunków zapewniających dobry obieg wody. Poza tym możliwym jest przy tego rodzaju kotłach zastosowanie dużego obciążenia komory paleniskowej.

Ze względu na to, że pojemność wodna kotłów La Mont wynosi ca 50% pojemności wodnej kotła sekcyjnego o tej samej wydajności, powinno się zwracać szczególną uwagę na utrzymanie zagęszczenia zanieczyszczeń zawartości kotła poniżej pewnych granic w celu zapobieżenia uszkodzeniom przegrzewacza, względnie turbin parowych. Za górną granicę gęstości wody uważa się przeważnie 1 Bé.

Kotły wytwarzające parę drogą pośrednią, jak kocioł systemu Schmidt - Hartmann oraz kocioł Löfflera, odznaczają się stosunkowo małą wrażliwością na ewentualne błędy w funkcjonowaniu instalacyj do przygotowania wody zasilającej.

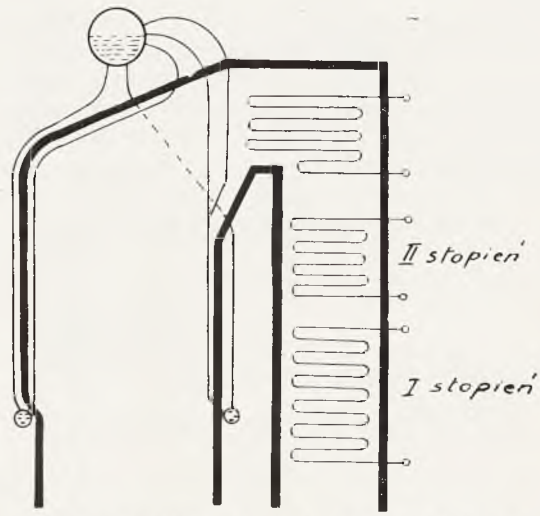
Kotły o przymusowym przepływie wody (Benson, Sulzer) wymagają starannego przygotowania wody zasilającej. Ze względu na brak zapasu wody w kotle, wobec czego wyrównywanie ewentualnych wahań w zapotrzebowaniu pary zapasem wodnym nie jest możliwe, kotły te zaopatrywane są w automatyczną regulację dopływu paliwa i wody.

W kotłach systemu Bensona stosowane były początkowo ciśnienia krytyczne (224 atn), przy czym, celem uzyskania pary o ciśnieniu użytkowym, stosowano dławienie pary. Obecnie buduje się tego rodzaju kotły na ciśnienia użytkowe dzięki czemu unika się strat powodowanych przez konieczność stosowania napędu pompy zasilającej na zbyt wysokie ciśnienia (224 *atn* + opory w przewodach).

Ze stali stopowych używanych do budowy kotłów na wysokie ciśnienia i temperatury najszersze zastosowanie znajduje stop z domieszką molibdenu.

Kotły elektryczne posiadają szereg zalet w porównaniu do kotłów opalanych węglem jak możność szybkiego uruchomienia, łatwość regulacji, uniknięcie kominów oraz instalacyj do sztucznego ciągu, mała powierzchnia zajmowana, możność zachowania czystości w kotłowni i t. d.

Wysokie ceny prądu elektrycznego w głównej mierze hamują jednak rozwój tych kotłów.



Rys. 3. Schemat kotła opromieniowanego.

Obecnie budowane są dwa zasadnicze rodzaje kotłów elektrycznych: kotły oporowe, w których czynnikiem grzejnym są elementy oporowe, oraz kotły elektrodowe, w których grzejny element oporowy stwarza woda znajdująca się między elektrodami.

Kotły oporowe budowane są na mniejsze wydajności, podczas gdy kotły elektrodowe przeznaczone są na średnie oraz większe wydajności. W razie zastosowania prądu stałego elementy oporowe typu pierwszego powinny być izolowane. Przy kotłach elektrodowych stosuje się wyłącznie prąd zmienny.

Współczynnik sprawności kotłów elektrycznych jest wysoki i wynosi od 96 — 98%.

Przy współczynniku 96% oraz ciśnieniu w kotle 10 *atn*, 1 *kWh* wytwarza ca. 1,24 *kg* pary.

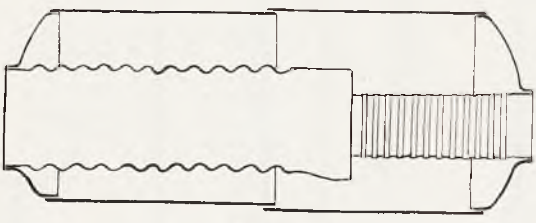
Kotły płomienicowe obok swoich zalet jak prosta obsługa, stosunkowo mała wrażliwość na ewentualne błędy obsługi oraz duża niezawodność w pracy, posiadają znaczne cechy ujemne jak mała wydajność w stosunku do powierzchni zajmowanej oraz znaczne straty powstające przez promieniowanie stosunkowo dużej powierzchni obmurza.

W celu zmniejszenia tych wad znajdują obecnie zastosowanie kotły płomienicowe, względnie płomienicowo - płomieniówkowe bez obmurowania pokryte izolacją, a więc o jednym ciągu. Kotły te wykazują jednak zbyt słaby obieg wody w dolnej części kotła, na

skutek czego powstają stosunkowo duże różnice temperatur między dolną a górną częścią kotła. Bywa to przyczyną odkształceń kotła oraz nieszczelności szwów poprzecznych.

W dążeniu do usprawnienia tego typu kotłów powstały nowe konstrukcje kotłów izolowanych jak np. kocioł firmy Walter & Co Sp. Akc. w Köln - Delbrück (F. W. Kessel). Jest to kocioł płomienicowo - opłomkowy o izolowanym walczaku. Płomienica falowana łączy się z komorą, w którą wwalcowane są opłomki o 40 *mm* średnicy zewnętrznej (rys. 4). Konstrukcja ta ma zapewniać sprawny obieg wody.

Według wyników badania, wykonanego w Niemczech przez Bergischer Dampfkessel - Ueberwachungsverein, współczynnik sprawności samego kotła o powierzchni ogrzewalnej 80 m^2 bez podgrzewacza wody wynosił 83,5%. Temperatura gazów na końcu kotła wynosiła



Rys. 4

przy obciążeniu 45 kg/m^2 — 261° *C*. Ciśnienie pary podczas badania wynosiło 12,4 *atn*.

Również w budowie kotłów lokomobilowych uczyniono postępy pod względem lepszego zyskania paliwa.

Firma Wolf w Niemczech buduje obecnie kotły lokomobilowe o znacznie wydłużonej płomienicy przy zmniejszonych długościach płomieniówek.

Na skutek zwiększonej przez to komory spalinowej osiąga się mniejsze obciążenie jednostkowe komory, co przyczynia się do dokładniejszego spalania, a tym samym i do podniesienia współczynnika sprawności kotła.

Poza tym odległość przedniej ściany sitowej od mostka paleniska została przez wydłużenie płomienicy powiększona. Dzięki tej zmianie konstrukcyjnej przednia ściana sitowa nie jest narażona na silne zmiany temperatury przez co unika się łzawienia płomieniówek w miejscach ich rozwalcowania.

W związku z budową kotłów o dużej wydajności oraz na wysokie ciśnienia i temperatury powstała konieczność dokładniejszego przygotowania wody zasilającej, a to ze względu na bezpieczeństwo oraz sprawność instalacyj kotłowych.

Jak znaczny jest wpływ zwiększonej wydajności kotła przy niedokładnym oczyszczeniu wody zasilającej na wytrzymałość blachy kotłowej wykazuje następujący przykład.

Temperatura ścian rur kotła pracującego przy 25 *atn* i posiadającego warstwę kamienia kotłowego grubości 1 *mm*, w skład którego wchodzi przeważnie krzemionka o współczynniku przewodnictwa ciepła K = 0,3 $kcal/m^2h^\circ C$, będzie wynosiła przy obciążeniu 25000 $kcal/m^2h$ ok. 310° *C*.

Ponieważ temperatura pary nasyconej przy 25 *atn* wynosi 225° *C*, przegrzanie ścianek wynosiłoby w tym wypadku 85° *C*.

Temperatura ścianek rur kotła przy tym samym ciśnieniu oraz tejże warstwie kamienia o identycznym składzie ale pracującego przy natężeniu 60000 $kcal/m^2h$ — dochodziłaby do ok. 450° *C*. Przegrzanie ścianek wynosiłoby zatem 450 — 225 = 225° *C*.

Granica płynności blachy kotłowej zmniejszyłaby się przy tej temperaturze w stosunku do granicy płynności przy 310° *C* o ok. 32%.

Ze względu na bezpieczeństwo i konserwację instalacje kotłowe na wysokie ciśnienia i temperatury wymagają również dokładniejszego odgazowania wody zasilającej. Szczególnie nadmierna obecność tlenu w wodzie kotłowej może spowodować przy tego rodzaju kotłach dotkliwe uszkodzenia kotła, gdyż agresywność tlenu wzrasta wraz z wzrostem temperatury wody.

W nowszych instalacjach dużo uwagi zwraca się na otrzymanie możliwie czystej pary, pozbawionej wszelkich zanieczyszczeń.

Toteż ostatnio coraz to częściej znajduje zastosowanie termiczne oczyszczanie wody zasilającej, za pomocą którego, oprócz zmiękczenia i odgazowania, osiąga się praktycznie czystą wodę a więc i parę.

Instalacje do termicznego oczyszczania wody zasilającej są jednak znacznie droższe niż instalacje oczyszczające wodę sposobem chemicznym.

Poza tym przy wodzie zasilającej o twardości powyżej 10° (niemieckich) koniecznym jest wstępne zmiękczanie wody przed wejściem do destylatora.

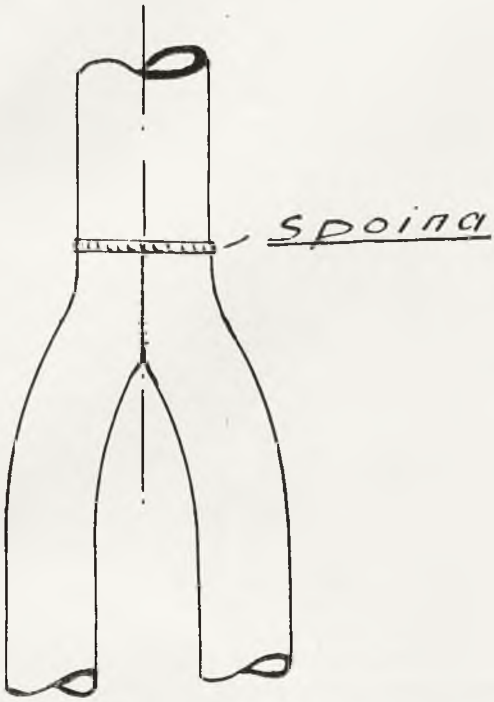
Zwykle jednak już przy twardościach 3° — 4° stosuje się zmiękczanie wstępne, gdyż na skutek szybkiego powstawania kamienia kotłowego przy zbyt wysokiej twardości wody w szybkim tempie zmniejsza się wydajność destylatora. Przez zastosowanie chemicznego sposobu zmiękczania wody zasilającej za pomocą wapna i sody można osiągnąć zmiękczenie najwyżej do 0,3° (niemieckich), to też przy kotłach pracujących na wysokie obciążenia i ciśnienia stosuje się ten sposób w połączeniu ze zmiękczeniem za pomocą trójfosforanu sodowego, przy czym rola trójfosforanu polega na usunięciu twardości pozostałej. Stosowanie trójfosforanu umożliwia zmiękczenie aż do ok. 0,1°.

Za pomocą filtrów zeolitowych możliwym jest zmiękczenie wody do 0,05°. Z chemicznych sposobów odtlenienia wody zasilającej najwięcej przyjęło się stosowanie Na_2SO_3.

Znaczenie przyrządów zasilających przy nowoczesnych kotłach o wysokiej wydajności pod względem bezpieczeństwa, a raczej pod względem rozmiarów ewentualnego niebezpieczeństwa mogącego wyniknąć na skutek chwi-

lowego braku wody wydatnie się zmniejszyło, a to na skutek rozdziału znacznej części pojemności wodnej kotła na szereg opłomek przy równoczesnym stosowaniu ochrony walczaków kotła przed bezpośrednim działaniem spalin.

W dużym stopniu zmniejsza również to niebezpieczeństwo możność raptownego przerwania procesu spalania w paleniskach na pył węglowy lub też możność osiągnięcia przy nowoczesnych rusztach mechanicznych raptownego przytłumienia ognia, względnie szybkiego, trwającego kilka minut, przepuszczenia całego rusztu wraz z paliwem.



Rys. 5

Niemieckie przepisy dopuszczają obecnie przy kotłach systemu Sulzera przyrządy zasilające o wydajności równej ilości wody odparowywanej przez kocioł pod warunkiem zaopatrzenia kotła w automatyczne regulatory przerywające dopływ paliwa w razie braku wody.

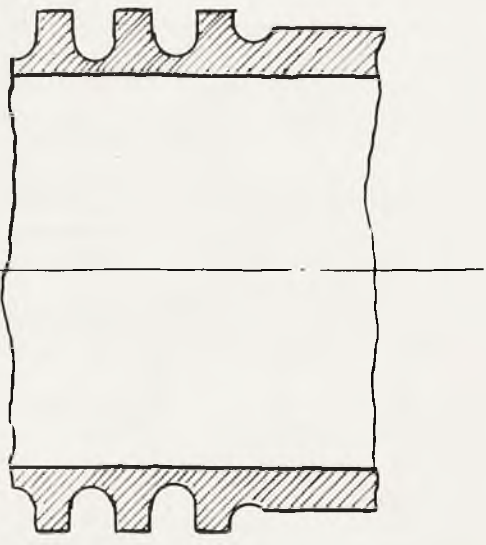
Równocześnie jednak, ze względu na pewność ruchu oraz konserwację kotła przy zmniejszonym stosunku pojemności wodnej kotła do jego wydajności znacznie większą uwagę przywiązuje się do stosowania niezawodzących przyrządów zasilających. Mniejszy stosunek pojemności wodnej kotła do jego wydajności zmniejsza bowiem czas, w którym przy przerwaniu dopływu wody wyparowuje zawartość kotła. Przy kotłach na wysokie wydajności stosowane są obecnie przeważnie pompy odśrodkowe.

Wraz z rosnącym zastosowaniem wysokich ciśnień i temperatur zwiększa się również rola spawania elektrycznego w budowie kotłów.

Spawanie, mające już przy budowie kotłów na małe lub średnie ciśnienia szereg zalet w porównaniu z nitowaniem jak oszczędność na czasie i koszcie budowy (uniknięcie trasowania i wiercenia i t. d.), uproszczenie rysunków konstrukcyjnych, zmniejszenie ilości zużytego materiału przy zastosowaniu wysokiego współczynnika wytrzymałości względnej oraz zmniejszenie niebezpieczeństwa kruchości ługowej, przy budowie kotłów na wysokie ciśnienia znajduje coraz szersze zastosowanie ze względu na trudności w wykonaniu i doszczelnianiu szwów nitowych przy grubszych blachach.

Przy blachach ponad 70 *mm* grubości otrzymanie szczelnych szwów nitowych jest już całkowicie niemożliwe. W praktyce przy ciśnieniach ponad 30 *atn* stosuje się przeważnie spawanie walczaków.

Spawanie walczaków, zamiast ich wykuwania, przynosi również znaczne korzyści ze



Rys. 6

względu na duże oszczędności w zużytym materiale. Oszczędność ta często przekracza wielkość ciężaru własnego walczaka, a to ze względu na to, że surowy, nieobrobiony walczak posiada grubość prawie dwa razy większą od

Ponadto przy temperaturach pary wyższych od 450° *C* stosuje się przypawanie rur przegrzewacza zamiast ich rozwalcowywania, gdyż — przy tak wysokich temperaturach w krótkim czasie powstają nieszczelności w miejscach rozwalcowania. Ostatnio przy budowie opromieniowanych palenisk kotłowych opracowany został nowy element, a mianowicie spawane rury rozwidlone (rys. 5).

Dzięki zastosowaniu rur rozwidlonych możliwym jest gęstsze ich rozmieszczenie w grubości wymaganej. Ten nadmiar grubości usuwany jest następnie przez obtaczanie, względnie wytaczanie co przysparza również kosztów ze względu na robociznę.
komorze paleniskowej przy większej podziałce otworów w komorze zbiorczej. Poza tym zaletą tego nowego elementu jest zmniejszenie ilości zamknięć w komorach zbiorczych, gdyż na dwie rury w palenisku przypada

jedno zamknięcie oraz jedna rura w ścianie komory zbiorczej.

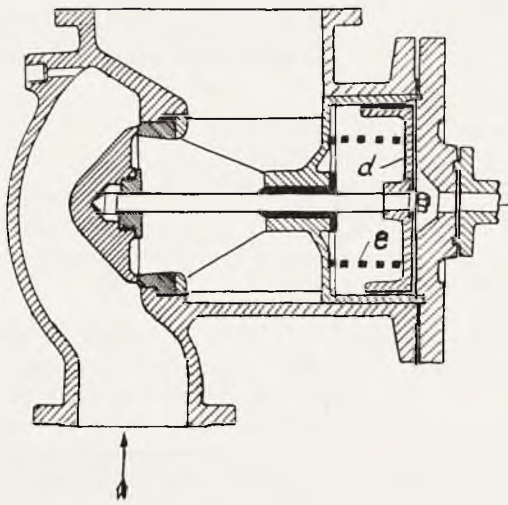
Do ciekawszych elementów kotłów parowych, względnie instalacyj kotłowych (podgrzewacze wody), należy zaliczyć opracowane i wkonane ostatnio przez „Mannesmannröhrenwerke“ w Niemczech rury rowkowane. Rury te otrzymuje się z gładkich rur bez szwu przez przepuszczenie ich przez odpowiednio ustawione walce. Rowki otrzymują kształt linii śrubowej. — Celem uniknięcia ujemnych skutków obróbki materiału na zimno rury po walcowaniu są wyżarzone w temperaturze normalizującej tworzywo. Przekrój rury po walcowaniu rowków przedstawia rys. 6.

Zaletą rur rowkowych jest przede wszystkim uzyskanie możliwości przeniesienia większej ilości ciepła na jednostkę długości

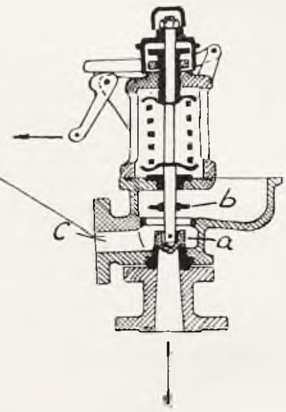
względnie znacznej wagi samego ciężarka zachowując równocześnie warunek, że ciśnienie w kotle przy działających zaworach bezpieczeństwa może przekraczać najwyżej 0,1 *atn* ciśnienia dopuszczalnego, należałoby zainstalować przy nowoczesnych kotłach o wysokich ciśnieniach i wydajnościach cały szereg zaworów bezpieczeństwa.

Pociąga to za sobą dodatkowe obciążenie walczaka mogące dochodzić przy odpowiednio dużych jednostkach oraz wysokim ciśnieniu do znacznej wielkości.

W celu uniknięcia konieczności wbudowania większej ilości zaworów opracowane zostały nowe konstrukcje kotłowych zaworów bezpieczeństwa. Zasada działania tych zaworów polega na tym, że t. zw. zawór główny zostaje uruchomiony nie bezpośrednio naciskiem pary, lecz za pomocą zaworu pomocni-



Rys. 7. Zawór główny.



Rys. 8. Zawór pomocniczy.

niż przy rurach gładkich. Różnica na jeden metr bieżący wypada około 30% na korzyść rur rowkowanych. Umożliwia to znaczne zmniejszenie wielkości elementów grzejnych.

Rury rowkowane zaleca się jednak zginać bardzo łagodnymi łukami, lub też włączać na krzywiznach kawałki rur gładkich, gdyż przy zginaniu rur rowkowanych następuje znaczne zmniejszenie grubości ścianek na stronie rozciąganej, a to na skutek tego, że całe wydłużenie strony rozciąganej przy zginaniu przejmują na siebie tylko same rowki.

Budowa kotłów, o coraz to większych wydajnościach i ciśnieniach pociąga za sobą potrzeby zmiany konstrukcji stosowanych dotychczas zaworów bezpieczeństwa.

Chcąc bowiem utrzymać wymiary zaworu bezpieczeństwa w pewnych granicach (obecne przepisy przewidują największy dopuszczalny nacisk pary na poszczególne zawory bezpieczeństwa = 600 kg), czy to ze względu na komplikacje mogące zachodzić przy zbyt wielkiej średnicy zaworu, względnie zbyt dużym nacisku na gniazdo, czy też w celu uniknięcia zbyt dużych wymiarów ramienia,

czego. Rys 7 i 8 przedstawiają zawór bezpieczeństwa budowany przez firmę Schäffer & Budenberg.

Zawór bezpieczeństwa składa się z zaworu pomocniczego o znacznie mniejszym przekroju. Przy przekraczaniu dopuszczalnego ciśnienia w kotle nacisk pary powoduje podniesienie się grzybka *a*. Dzięki płytce *b* powstaje w przestrzeni *c* pewne nadciśnienie powodujące uruchomienie tłoka *d*, przez co następuje otwarcie zaworu głównego.

Różnica w wielkościach powierzchni tłoka oraz grzybka zaworu głównego jest w ten sposób dobrana by nacisk na tłok wystarczał do przezwyciężenia nacisku pary na grzybek zaworu oraz nacisku sprężyny *e*.

Przy obniżeniu ciśnienia w kotle grzybek zaworu pomocniczego *a* osiada na gniazdo, nadciśnienie w przestrzeni *c* znika, co pociąga za sobą zamknięcie się zaworu głównego.

Oprócz możliwości zmniejszenia ilości niezbędnych zaworów bezpieczeństwa — zawory bezpieczeństwa zaopatrzone w zawory pomocnicze w znacznym stopniu zmniejszyć mogą straty w parze, spowodowane przez

krótkotrwałe otwarcie zaworów na skutek chwilowych przekroczeń ciśnienia dopuszczalnego.

Literatura.

Die Wärme — 1938 r. Nr Nr 11, 15, 20, 23, 26, 31, 40, 51.

Die Wärme — 1939 r. Nr 4.

V D I — 1938 r. Nr Nr 34, 14.

Archiv für Wärmewitschaft un Dampfkesselwesen — 1938 r. Nr Nr 6, 3, 8. 1936 r. Nr 3.

Die Dampfkessel — Dr. Ing. A. Loschge.

Wärmetechnische Berechnung der Feuerungs — und Dampfkessel — Anlagen — F. Nuber.

Inż. STEFAN KOŁODZIEJCZYK

ZAGADNIENIA KOROZJI W OGRZEWNICTWIE.

W latach ostatnich na czoło problemów technicznych wysuwa się sprawa korozji metali, zwłaszcza żelaza, powodującej duże straty materiałowe w gospodarce świata, dotkliwe dla tych państw, które nie posiadając własnych surowców, muszą je importować, uzależniając się gospodarczo i politycznie, a nadewszystko militarnie.

Wyrazem dążeń do rozwiązania tego tak doniosłego problemu jest wielka ilość laboratorjów badawczych, prac i publikacji oraz udoskonaleń i wynalazków, zmierzających z jednej strony do zabezpieczenia żelaza przed korozją jak i zmniejszenia do minimum kosztów urządzeń ochronnych.

Sprawa ta w ogrzewnictwie, które operuje głównie żelazem nie dojrzała jeszcze do roli, jaką powinna odgrywać w naszym kraju na ogół ubogim i mało zasobnym w bogactwa naturalne; a przecież przy dzisiejszym stanie wiedzy w tej dziedzinie możnaby uzyskać duże zmniejszenie szkód i zwiększyć trwałość dużym wysiłkiem finansowym wykonanych urządzeń drogą jedynie wprowadzania w życie i spopularyzowania zdobyczy osiągniętych na tym polu.

Spóźnione nieco zainteresowanie tymi sprawami dało się zauważyć w okresie wzmożonej propagandy stosowania grzejników stalowych; rozwinęła się wówczas ożywiona polemika, która jednak pominęła sprawę zasadniczą, jaką jest zabezpieczenie całkowite urządzeń ogrzewniczych, niezależnie od systemu i stosowanych materiałów.

W instalacjach ogrzewniczych główną rolę odgrywa tak zwana korozja wodna, spowodowana według teorji elektrochemicznej tworzeniem się na powierzchni żelaza, w zetknięciu z roztworem wodnym lub wilgocią atmosferyczną lokalnych elementów, powodujących wiązanie się żelaza z roztworem, co daje w wyniku ostatecznym uwodnione tlenki żelaza, zwane pospolicie rdzą.

Przebieg tego zjawiska składa się z 2 faz. Pierwsza z nich polega na odjęciu ładunku elektrycznego od jonów wodoru oraz utworzeniu jonów żelaza i wodoru neutralnego, według wzoru:

$$Fe + 2\,H^{\cdot} \rightarrow Fe^{\cdot\cdot} + H_2$$

Wolny wodór tworzy warstwę chroniącą żelazo przed zmianami. Druga faza korozji odbywa się dopiero po doprowadzeniu do powyższego procesu tlenu; wówczas dwuwartościowe żelazo przechodzi do roztworu według wzoru następującego:

$$2\,Fe + 3\,H_2O + 3\,O = 2\,Fe(OH)_3$$

Proces ten jest odwrotny do powstawania żelaza z rud; powoduje on na jego powierzchni zniszczenie wolniejsze lub szybsze, zależnie od szeregu czynników, jak stopień koncentracji elektrolitów, temperatura, ciśnienie i t.p. Żelazo przytem różni się od innych metali głównie tym, że produkty korozji nie tworzą na jego powierzchni warstwy pasywującej, jak np. na miedzi lub aluminium; dyfuzja gazów przez warstwę tlenków żelaza jest bardzo silna, skutkiem czego reakcja trwa nieprzerwanie, aż do całkowitego przejścia żelaza do roztworu.

Gdy dostęp czynników, powodujących korozję nie jest jednolity, w wypadkach rys, pęknięć i t. p., wówczas powstają miejsca o różnym stopniu utlenienia, posiadające różne potencjały o działaniu wzmożonym, co powoduje obok korozji normalnej tak zwane wżery lokalne (pitting), których następstwem jest szybkie zniszczenie urządzeń, których działanie uzależniane jest od szczelności przy stosunkowo nieznacznym ubytku materiałowym.

Dalszym następstwem tego zjawiska jest niejednokrotnie inkrustacja rur produktami korozji, jak i rozsadzanie niezniszczonego jeszcze żelaza; objętość bowiem rdzy jest niemal trzykrotnie większa od żelaza, z którego ona się tworzy; wzrost objętości jest przyczyną naprężeń, będących powodem dalszego działania destrukcyjnego.

Powodem wżerów lokalnych poza nierównością powierzchni mogą być i ciała obce, jak szlaka lub zanieczyszczenie innymi metalami, działającymi w zespole ogniw galwanicznych, jako elektrody jak również i właściwości budowy krystalograficzny żelaza.

Temperatura elektrolitu, względnie środowiska, w którym odbywają się wyżej opisane procesy posiada również wpływ na wzmożone tempo korozji; potencjał bowiem elektrolitu wzrasta z temperaturą.

Wpływ na szybkość korozji ma i różnica temperatur poszczególnych elementów urządzenia; powoduje ona różnice potencjałów między miejscami więcej i mniej nagrzanymi,

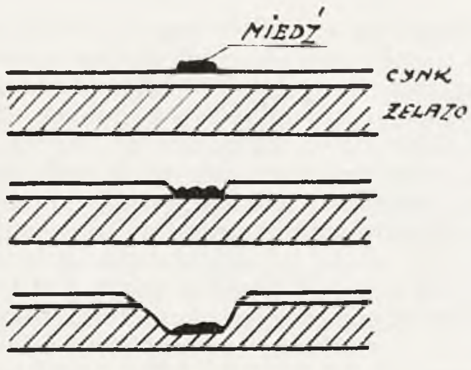
związaną z powstaniem prądów termoelektrycznych, co prowadzi do wzmożonej korozji.

Wyjaśnia to powstawanie wżerów w wężownicach między poszczególnymi zwojami, posiadającymi różne temperatury.

Zasadniczo żelazo ulega korozji elektrochemicznej tylko w wypadku zetknięcia się z roztworami wodnymi tlenu, tlenków węgla i t.p.; woda pozbawiona ciał obcych ogniw lokalnych zasadniczo nie powoduje i jest dla żelaza całkowicie obojętna.

Daje to podstawy do mniemania, że instalacje ogrzewania wodnego korozji nie ulegają; woda bowiem w urządzeniach otwartych ulega szybko odgazowaniu, tracąc swoje własności agresywne.

Mniemanie to nie jest zupełnie słuszne: w ogrzewaniach bowiem wodnych, zwłaszcza



Rys. 1. Schematyczny obraz zniszczeń materiałów, spowodowanych działaniem miedzi.

pompowych nie da się uniknąć doprowadzania świeżej wody w większej lub mniejszej ilości. Istnieją przy tym przepisy obsługi urządzeń centralnych ogrzewań zalecające uzupełnianie instalacji wodą deszczową, zawierającą poza innymi domieszkami dużą ilość powietrza, a więc szczególnie agresywną.

Wewnętrzna powierzchnia rurociągów czy też urządzeń grzejnych nigdy nie jest gładka, to też w miejscach rys, niedostatecznego frezowania, wreszcie popękania lub zdarcia naskórka zendry mogą się zbierać pęcherzyki powietrza, powodując wżery.

Poza tym niektóre elementy instalacji ogrzewniczej, jak naczynia rozszerzalne, rury przelewowe, górna część grzejników powyżej otworów połączeń i t. p. stykające się naprzemian z wodą i powietrzem szczególnie szybko ulegają zniszczeniu.

Zagadnienie to jest szczególnie ważne dla ogrzewań przez promieniowanie z zabetonowanymi rurami grzejnymi. Toteż było ono m. i. poruszone na XV-ym Kongresie ogrzewania i wentylacji w Berlinie (prof. Marcard, inż. Sternsberg).

Coprawda doświadczenia z jedną instalacją ogrzewania przez promieniowanie czynną już od r. 1910 i z wielu innymi instalacjami, czynnymi przez lat kilkanaście, jak dotychczas, wykazały płonność obaw co do korozji rur zabetonowanych.

Szybką korozję może spowodować niewłaściwe łączenie w zespoły metali o różnych potencjałach: metal o potencjale niższym będzie przy tym przechodził do roztworu elektrolitu.

Potencjały normalne metali, używanych w technice ogrzewniczej wyrażają się wielkościami, przedstawionymi w następującym zestawieniu:

Metale	Jony	Potencjał
Miedź	$Cu^{\cdot\cdot}$	+ 0.34
Miedź	$Cu^{\cdot}$	+ 0.52
Ołów	$Pb^{\cdot\cdot}$	— 0.13
Cyna	$Sn^{\cdot\cdot}$	— 0.15
Nikiel	$Ni^{\cdot\cdot}$	— 0.20
Żelazo	$Fe^{\cdot\cdot}$	— 0.44
Cynk	$Zn^{\cdot\cdot}$	— 0.77

Najczęstszym w ogrzewnictwie jest stosowanie zespołów miedzi i żelaza.

Niebezpieczeństwo takiego układu leży właściwie nie w tej okoliczności, że żelazo i miedź posiadając różne potencjały, tworzą ogniwo galwaniczne, lecz we właściwościach wody będącej w kontakcie z tymi dwoma metalami.

Ostatnie badania wykazały, że woda powodująca w stanie zimnym korozję żelaza ma własności rozpuszczania miedzi, której małe ilości w roztworze wodnym tworzą w zetknięciu z żelazem ogniwa lokalne, powodujące wzmożone przechodzenie żelaza do roztworu. (rys. 1).

Natomiast w wodzie, która korozji żelaza nie powoduje, miedź się nie rozpuszcza i w takich wypadkach stosowanie zespołu miedzi z żelazem nie prowadzi do zniszczenia żelaza.

W jednym z urządzeń dla ogrzewania wody stwierdzono, że w wężownicy miedzianej o powierzchni 4 m² w ciągu 2 lat rozpuściło się około 15 gramów miedzi.

Tak małe jej ilości spowodowały w instalacji szkody bardzo duże.

Do rzędu zespołów metali o różnych potencjałach zaliczyć należy i kotły warzelne, wykonywane zazwyczaj ze stali chromoniklowej z zewnętrznym płaszczem komory parowej ze stali zwykłej.

Stal chromoniklowa posiada potencjał wyższy, niż stal zwykła, skutkiem czego ich zespół tworzyć będzie ogniwa.

Wypadki tego rodzaju przyczym wzmożonej korozji są dosyć liczne, dlatego też kombinacji stali chromoniklowej i zwykłej w kotłach warzelnych nie można wróżyć przyszłości.

Czynnikiem, nie pozostającym bez wpływu na szybkość i rozmiary korozji jest niewątpliwie temperatura, gdyż w miarę jej wzrostu wzmaga się dyfuzja gazów przez warstwę tlenkową oraz wzrasta potencjał elektrolityczny metalu, co powoduje wzmożone działanie ogniw.

W urządzeniach dla przygotowania wody gorącej stwierdzono, że podwyższenie temperatury o każde 10° podwajało szybkość korozji, poza tym przy temperaturach do 50° żadnych zmian nie zaobserwowano.

Jako przyczynę tego zjawiska należałoby uważać, że w miarę wzrastania temperatury wody maleje jej rozbiór, a zatem i szybkość, zwiększając okres czasu stykania się wody z powierzchnią metalu, narażonego na korozję. Natomiast zwiększenie szybkości wody, będące następstwem obniżenia jej temperatury jest poważnym czynnikiem niedopuszczającym do tworzenia się w miejscach lokalnych zagłębień pęcherzyków powietrza, prowadzącego do korozji.

Z drugiej znów strony duże szybkości wody uniemożliwiają tworzenie się na powierzchni żelaza warstwy ochronnej osadów.

Z tego widać, jak trudno jest dojść do pojęcia temperatury, najkorzystniejszej z punktu widzenia odporności żelaza.

To samo zresztą dotyczy ciśnienia.

Im wyższe bowiem istnieje w instalacji ciśnienie, tym silniej powietrze i gazy agresywne związane są z wodą w ich szkodliwej dla żelaza formie. W urządzeniach otwartych natomiast gazy ulatują z łatwością do atmosfery. Nie należałoby jednak z tego tytułu urządzeniom otwartym przypisywać jakiejkolwiek wyższości. Wobec małego ciśnienia wymagają one bowiem większych średnic dla rurociągów.

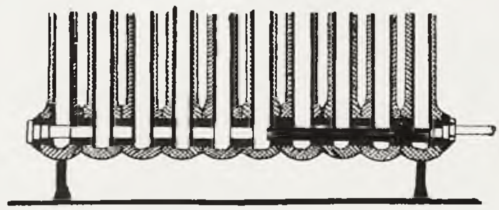
Poza tym instalacje ogrzewnicze otwarte mają tę dużą wadę, że powietrze atmosferyczne ma do nich łatwy dostęp.

Szczególnie dotyczy to ogrzewania systemu Pabsta, polegającego na doprowadzeniu do instalacji tylko takiej ilości wody, jaka jest potrzebna do uzyskania potrzebnego efektu; w czasie przerwy w ruchu instalacja opróżnia się z wody i napełnia powietrzem. Poważnym krokiem w kierunku zabezpieczenia tego rodzaju instalacji przed korozją są t. zw. filtry oddechowe (rostex filtry), w których masą filtrującą jest wełna ze stali manganowej wiążąca tlen z powietrza, dopływającego do urządzenia.

Filtry te używane są również podobno z dobrym wynikiem do prób uzyskania centralnej regulacji ogrzewań parowych drogą doprowadzania powietrza do pary. Wobec jednak stosunkowo krótkiego czasu pracy tych filtrów, z oceną ich należy być bardzo ostrożnym i zostawić ją przyszłości.

Technika lat ostatnich w walce z korozją uzyskała broń bardzo poważną w postaci filtrów „Magno", w których masą filtrującą jest prażony dolomit, będący jak wiadomo mieszaniną węglanów wapnia i magnezu. Ponieważ obydwa te węglany rozpadają się w rozmaitych temperaturach, przeto przebieg prażenia powinien być tak przeprowadzony, by węglany wapnia pozostały nienaruszone, a obok węglanu magnezu powstał tlenek magnezu. Te dwa związki magnezu są najskuteczniejszym środkiem przeciwko wodzie, zawierającej tlenki węgla, wiążąc te ostatnie i pozbawiając tą drogą wodę czynników silnej agresji, oraz tworząc powłoki ochronne.

Przez łączenie się z tlenkami węgla, ilość masy filtrującej powolnie się zmniejsza, co powoduje konieczność napełnienia jej w pewnych odstępach czasu, co obok wstecznego przepłukania, koniecznego w celu usunięcia osadów stałych stanowi jedyną obsługę filtra.

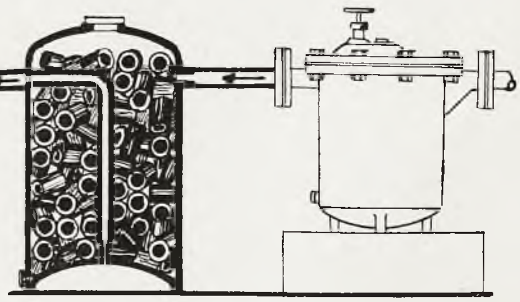


Rys. 2. Sztabka z „Magno" umieszczona w dolnych otworach grzejników ogrzewania parowego.

Jedną z największych i najbardziej zasługujących na uwagę zalet filtra jest zdolność usuwania rdzy, która powstała przed jego zainstalowaniem, względnie podczas przerw w pracy, przeciwdziałająca krustacji przewodów (rys. 2).

Woda przepuszczona przez taki filtr posiada charakter wybitnie alkaliczny.

Próby i badania przeprowadzone w ostatnich latach nad urządzeniami dla przygotowania wody gorącej wykazały, że sama alkalizacja nie zabezpiecza żelaza przed korozją i nie sprzyja tworzeniu się warstwy pasywującej.



Rys. 3. Garnek z pierścieniami „Magno" umieszczony na głównym przewodzie kondensacyjnym.

Napróżno bowiem próbowano opanować korozję przez odkwaszanie wody przy pomocy wody wapiennej; zamiast warstwy ochronnej powstawał szlam, rdzewienie przy tym nie ulegało zahamowaniu.

W filtrach „Magno" natomiast obok chemicznej odbywa się filtracja mechaniczna, polegająca na usuwaniu z wody nierozpuszczalnych i koloidalnych ciał obcych, powodujących powstawanie lokalnych ogniw galwanicznych, o działaniu skoncentrowanym w pewnych punktach. Przy tym filtry te mają własności zatrzymywania rozpuszczonych w wodzie jonów metali, w szczególności miedzi, powodujących stosunkowo szybkie niszczenie.

Dalsze próby stosowania filtrów „Magno" wykazały, że zabezpieczają one przed korozją

zazwyczaj szybko rdzewiejące przewody kondensacyjne, usuwając przy tym rdzę, która się uprzednio na nich utworzyła (rys. 3).

Wspomniane przewody kondensacyjne ogrzewań parowych niskiego ciśnienia zabezpiecza stosunkowo dobrze poza filtrem „Magno" dodatek do wody w kotłach tlenków chromu, który dostaje się do przewodów i tworzy na ich powierzchni warstwy pasywujące.

Nie jest przy tym ostatecznie wyjaśniona sprawa czy tlenki chromu są porywane i doprowadzane do kondensatu drogą mechaniczną przez parę wodną, czy też tworzą się lotne sole chromowe, rozpuszczające się w kondensacie.

A sprawa zabezpieczenia przewodów kondensacyjnych jest jednym z najpilniejszych zagadnień ogrzewnictwa, ze względu na ich szybkie niszczenie.

Czynnikiem wzmożonej korozji tych przewodów jest właściwość wody kondensacyjnej, posiadającej szczególną zdolność rozpuszczania tlenu i tlenków węgla. Zdolność ta stoi w odwrotnym stosunku do zawartości rozpuszczonych soli, których kondensat jest pozbawiony zupełnie. Przy tym zdolność absorbcji tlenu przez kondensat jest dwukrotnie wyższa, niż azotu.

Chłodzenie kondensatu przy tym wzmaga jego zdolności absorbowania gazów, powodujących działanie szczególnie agresywne.

Wszystkie te okoliczności dały już powód do rozważań nad stosowaniem do przewodów kondensacyjnych materiałów, całkowicie odpornych na korozję z wyłączeniem metali. To samo dotyczy i zbiorników kondensatu, aczkolwiek tu sprawa ochrony żelaza jest o tyle łatwa, że dostęp w celu zabezpieczenia ich powierzchni drogą nakładania powłok ochronnych nie przedstawia żadnych trudności.

Wydaje się przy tym, że w ogrzewnictwie rozwiązania sprawy korozji nie należy szukać na drodze sztucznego tworzenia powłok ochronnych przy pomocy fosfatyzacji, torkretowania czy też metody „Magno".

Osady bowiem powodować będą nieuchronną dywersję w pracy urządzeń regulujących, wyłączających względnie automatów.

Na przykładzie znów wzmożonego niszczenia rur kondensacyjnych widać, jak dalece ostrożnie powinno być przeprowadzone czyszczenie chemiczne wody dla ochrony instalacji przed niemniej od korozji groźnymi następstwami odkładania się kamienia.

Znane są szkody, spowodowane stosowaniem permutytowej metody odmiękczania; przypominają one działanie niektórych lekarstw, które leczą jedne organy, zabójczo oddziaływując na inne.

W ramach niniejszej pracy można było przedstawić tylko kilka zagadnień, z którymi spotyka się najczęściej wykonawca i użytkownik urządzeń ogrzewniczych, przy tym podane zostały najnowsze i najbardziej rozpowszechniające się urządzenia ochronne jak filtry „Magno" i „Rostex". Opisany przebieg zjawisk korozji nie wyczerpuje całokształtu tego zagadnienia w ogrzewnictwie; w kotłach bowiem zachodzi, niezależnie od elektrochemicznej, korozja na drodze wyłącznie chemicznej, spowodowana działaniem gorących spalin. Nieznane są natomiast zupełnie przyczyny wydzielania się z instalacji palnych gazów, jak również i udziału tego zjawiska w korozji.

Tu również otwiera się pole do badań ciekawych, a może i rewelacyjnych w dążeniu do rozwiązania sprawy takiego zabezpieczenia instalacji przed korozją, jakie nie byłoby sprzeczne z ich innymi potrzebami.

Literatura.

1. Haase: Korrosions — und Werkstoffsfragen. Ges. Ing. Nr 7 rok 1939 str. 86—95.
2. Haase: Derzeitige Stand der Möglichkeiten der Korrosionsverhinderung. Ges. Ing. Nr 41 rok 1935 str. 621 — 624.
3. Chyżewski: Na granicy praktycznych i teoretycznych problemów korozji. Przegląd Techniczny Nr 16 rok 1937 str. 526 — 535.
4. Krähnke: Korrosionsfragen. XIII Kongres ogrzewania i wentyl. w Dortmundzie.

Inż. TOMASZ KONIC

BUDOWLANE BADANIA CIEPLNE W ANGLII.

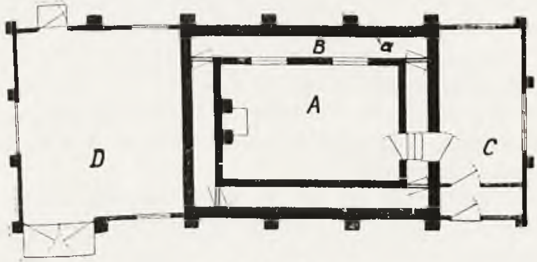
Prace cieplnej w dziedzinie budownictwa prowadzone są głównie w Stacji Badań Budowlanych, a poza tym częściowo w Stacji Badań Paliwa. Pierwsza z tych instytucji (Building Research Station) mieszcząca się w Garston pod Londynem (opis. patrz artykuł prof. dr. inż. W. Żenczykowskiego, w Przeglądzie Budowlanym Nr 5, z 1937 r.), posiada specjalne Laboratorium Ogrzewnictwa. Zajmuje ono kilka pokojów w jednym z budynków Stacji, a prócz tego posiada do dyspozycji dwa domy doświadczalne dla badań nad systemami ogrzewania oraz dwa domki do oznaczania przewodnictwa materiałów budowlanych. Na czele Laboratorium stoją: znany fizyk p. A. F. Dufton, oraz jego asystent p. W. G Marley, autorowie licznych prac naukowych.

Praca Laboratorium rozpada się na trzy działy: 1) Badania ogrzewania, 2) Oznaczanie przewodnictwa cieplnego oraz 3) Badania doraźne różnych zagadnień. W pracy niniejszej zajmiemy się pracami, dotyczącymi urządzeń ogrzewniczych.

A. Budynek doświadczalny.

Gdy powstała myśl założenia Laboratorium Ogrzewniczego, początkowo projektowano zbudowanie większej ilości domków doświadczalnych 4-ro pokojowych z różnych materiałów dla porównania potrzebnych ilości ciepła do ich ogrzania. Ostatecznie ograniczono się do jednego o konstrukcji stalowej, w którym

ściany możnaby wypełniać różnymi materiałami. Podczas budowy jednak postanowiono, że główny nacisk pracy ma być położony nie na materiały konstrukcji, a na wpływy wahań czynników atmosferycznych. Przez kilka lat prowadzono systematyczne prace w domu doświadczalnym nad różnymi metodami ogrzewania przy różnych warunkach zewnętrznych; okazało się jednak, że ze względu na zmienność tych ostatnich badania muszą być b. drobiazgowe, a przede wszystkim długotrwałe, aby dojść do porównywalnych wyników. W tym stanie rzeczy wysunęła się konieczność stworzenia urządzenia, umożliwiającego regulowanie warunków zewnętrznych. Wzniesiono więc specjalny, budynek, który wraz z urządzeniami kosztował przeszło 3500 funtów (ok. 87500 zł), a którego plan umieszczony jest poniżej (rys. 1). Wewnątrz niego mamy komorę badawczą *A* o dwóch oknach i ruchomym suficie, który początkowo był ustawiony na wysokości 2,60 *m*, a obecnie podniesiony wgórę do 3,50 *m*. Komorę otacza wolna przestrzeń *B*, umożliwiająca dostęp dla wykonywania pomiarów, a której ściany zewnętrzne *a* składają się z 3 warstw (idąc od wewnątrz): beton 12,7 *cm*, korek 7,6 *cm* i cegła 11,4 *cm*. W betonie umieszczone są w odstępach 15,2 *cm* rury, którymi przepływa chlorek wapnia, będący czynnikiem ogrzewającym względnie chłodzącym. Regulowanie warunków zewnętrznych odbywa się przez nastawianie nie temperatury powietrza w przestrzeni *B*, lecz temperatury powierzchni ściany *a* gdyż, jak się okazało, metoda ta daje lepsze wyniki. Temperaturę tę kontroluje się za pomocą termometru oporowego. W tym celu na ścianie *a* w regularnych odstępach przylepione są lepnikiem asfaltowym druty miedziane o ⌀ 0,152 *mm* w gumowej izolacji. Druty te przy wyjściu poza przestrzeń *B* złączone są z manganinowymi o ⌀ 2,64 *mm*, które prowadzą do mostka Wheatstone'a znajdującego się w pomieszczeniu przyrządów pomiarowych *C*. Manganin zastosowano poza obrębem *B* dlatego, że materiał ten (stop o składzie 84 % *Cu*, 4 % *Ni* i 12 % *Mn*) posiada współczynnik zmiany oporu w zależności od zmian temperatury bardzo nizki, bo dla 20°—0,02 — 0,5 na 1°, podczas gdy dla *Cu* wynosi on 40,8. Zamiast miedzi lepsza byłaby wprawdzie platyna, byłoby to jednak już zbyt kosztownym. Galwanometr (Cambridge Instrument C°. Nr L. 60423) wspomnianego mostka Wheatstone'a łączy się



Rys. 1

automatycznie co minutę z siecią drutów poszczególnych powierzchni *a* (4 ściany, sufit i podłoga) i zapomocą przekaźnika reguluje dopływ i temperaturę solanki, a to uruchamiając lub zatrzymując za pośrednictwem motorka zasuwy (Synclork-Everett Edgacumb) pomp odśrodkowych solanki, znajdujących się w pomieszczeniu maszyn *D*. Poza tym w *C* znajdują się przyrządy rejestrujące temperaturę powierzchni *a*, oraz wskazania różnych przyrządów, umieszczonych wewnątrz komory *A*. Mostek Wheatstona zasilany jest prądem stałym 100 *V* z prostownika. Druty miedziane na ścianach są tarowane co 6 miesięcy, wahania nie przekraczają 0,17°. W pomieszczeniu *D* oprócz 3 pomp solankowych znajdują się jeszcze zbiorniki solanki oraz urządzenia podgrzewające. (d. c. n.).

WSPOMNIENIE POŚMIERTNE.

ś. p. Irena Politycka

W dniu 28 kwietnia r. b. rozstała się z tym światem długoletnia urzędniczka Stowarzyszenia Dozoru Kotłów w Warszawie ś. p. Irena Politycka.

Urodzona w Poznańskiem, pochodziła ze szlacheckiej, dobrej, polskiej rodziny; wychowana w duchu prawdziwego patriotyzmu, odznaczało się gorącym umiłowaniem Ojczyzny.

Ś. p. Irena Politycka pracowała w Stowarzyszeniu od 16 stycznia 1928 r. do ostatniej chwili Swego życia. Zaniemogła przy pracy i zmarła w ciągu kilku godzin. W Zmarłej straciło Stowarzyszenie oddanego uczciwego oraz inteligentnego pracownika. Odeszła w pełni sił życiowych, choć zmęczona życiem, pozostawiając po Sobie głęboki żal wszystkich tych, którzy Ją znali jako człowieka wielkiej wrażliwości serca, odznaczającego się niezmiernie prawym charakterem; odeszła pozostawiając po Sobie pamięć dzielnego pracownika i dobrej, szczerej koleżanki.

Cześć Jej pamięci!

KRONIKA TECHNICZNA.

Obliczanie kominów dla centralnych ogrzewań i określenie zapotrzebowania oraz rozmiarów magazynu materiałów opałowych [1]).

Za podstawę do obliczenia przekroju komina służy znany wzór

$$f = \frac{Q_h}{30 \cdot \sqrt{h}}$$

gdzie f — jest powierzchnią przekroju, Q_h — godzinowa wydajność cieplna kotłów, h — wysokość komina.

Przekrój czopucha powinien być większy o 10 do 25 % od komina. Czopuch przy tym powinien się wznosić w kierunku komina; zwracać należy uwagę na gładkie i łagodne przejścia przy zmianach jego kierunku.

Jeżeli komin wolno-stojący, oddalony jest od kotłów, wówczas powierzchnię jego przekroju należy podwyższyć o 50 %; w wypadku umieszczenia przewodu kominowego w ścianie zewnętrznej lub gdy wznosi

[1]) *Haustechnische Rundschau, r. 1938, zeszyt 13 Art. F. Brinkwerta.*

się on wysoko ponad dachem, wówczas powierzchnię przekroju należy zwiększyć o 20%, w stosunku do wyników obliczonych na podstawie podanego powyżej wzoru, który odnosi się do kominów, umieszczonych w ścianach wewnętrznych.

Brykiety z węgla brunatnego, drzewo i torf mogą być użyte w kotłowni, której kominy posiadają wymiary, obliczone na podstawie powyżej podanej; przy użyciu antracytu można przekrój komina zmniejszyć o 10%; w wypadku opalania kotłów węglem brunatnym konieczne jest zwiększenie przewodu o 75%.

Kominów, o przekroju mniejszym niż 20×20 *cm*. należy o ile możności unikać.

Przekroje kwadratowe są bardziej korzystne niż prostokątne, najmniejsze opory występują przy przekrojach okrągłych.

Przyjmując 12 do 15 godzinny czas ruchu kotłowni na dobę oraz dwustudniowy sezon opałowy, normalną średnią temperaturę zewnętrzną i wydajność 4000 *kcal* z kilograma koksu, roczne zużycie jego wyrazi się wielkością 0,35 Q, określoną w kilogramach, gdzie Q stanowi godzinową ilość jednostek strat ciepła, obliczoną przy uwzględnieniu najniższych temperatur zewnętrznych.

Przy szeregu budynków można wyjść ze współczynnika 0,30.

Jeżeli sezon opałowy trwa nie 200, a 220 lub 240 dni, wtedy określoną na podstawie wyżej podanego wzoru ilość opału należy pomnożyć przez współczynnik 1,1 względnie 1,2.

Wyniki powyższe są odpowiednie dla ogrzewań wodą gorącą.

Przy stosowaniu pary niskoprężnej należy je podwyższyć o 20%.

Przy użyciu innego materiału opałowego niż koks hutniczy, obliczone wyniki należy pomnożyć przez współczynniki następujące:

dla antracytu	0,88
brykietów z węgla brunatnego	1,45
węgla brunatnego	3,50
drzewa wysuszonego na powietrzu	2,50
drzewa wysuszonego całkowicie	1,75
suchego torfu	2,00
koksu gazowniczego	1,08
węgla kamiennego	1,00

Przy określaniu kosztów ogrzewania gazem, należy zwrócić uwagę, że 1 m^3 dobrego gazu jest równoważny pod względem wartości cieplnej z 1 *kg* koksu i posiada wydajność 4.000 *kcal*.

Ze względu na dogodniejszą regulację, prostszą obsługę i zbędność magazynu opałowego, można za 1 m^3 gazu zapłacić tyle ile kosztuje 1,3 *kg* koksu.

Przy określaniu rozmiarów magazynu opałowego należy się kierować następującymi wiadomościami: ładunek wagonowy 10.000 *kg* koksu zajmuje przestrzeń 24 m^3, posiadając warstwę grubości 2 *m* o powierzchni 12 m^2; 10.000 *kg*, koksu gazowniczego zajmuje przestrzeń 30 m^3; przy warstwie 2-metrowej i powierzchni 15 m^2. Ładunek wagonowy 10 *tonn* antracytu zajmuje przestrzeń 13—14 m^3 przy powierzchni 6,5 do 7 m^2 i tej samej wysokości warstwy.

1 m^3 popiołu koksowego i szlaki waży około 1400 *kg*.

S. Kołodziejczyk

Druk. „Zgoda" J. Klimczak i S-ka. Zielna 47 Tel. 619-57.